

МОБИЛИЗАЦИЯ И СОХРАНЕНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ И ИХ ДИКИХ РОДИЧЕЙ

Научная статья

УДК624.75:631.526.1/4(089)

DOI: 10.30901/2227-8834-2022-2-9-16



Совершенствование способа хранения видо- и сортообразцов рода *Fragaria* L. в полевом генбанке Крымской опытно-селекционной станции – филиала ВИР

В. Н. Подорожный, Н. А. Пиянина

Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова, Крымская опытно-селекционная станция – филиал ВИР, Крымск, Россия

Автор, ответственный за переписку: Владимир Николаевич Подорожный, kross67@mail.ru

На Крымской опытно-селекционной станции – филиале ВИР (КОСС ВИР) создана и на протяжении длительного времени сохраняется и регулярно пополняется коллекция видов и сортов рода *Fragaria* L.

Предложен и опробован практически в полевом генбанке станции алгоритм построения работы с коллекционными образцами изучаемой культуры, который отображен в качестве схемы, включающей следующие коллекции: карантинно-идентификационную, хранения *in vitro*, помолого-ботаническую, углубленного изучения и генетическую. Коллекционные образцы – источники и доноры селекционно значимых признаков – являются ценнейшим материалом для проведения целенаправленных скрещиваний в программах по получению сортов земляники, в первую очередь садовой. Об эффективности их использования можно судить на примере созданных на Крымской ОСС в последние годы высокоурожайных, адаптивных сортов, которые запатентованы – ‘Зенгора’ (Zenga-Zengana × Cardinal), и включенных в Государственный реестр РФ – ‘Пелагея’ [Елизавета II (клон Coroleva Elizaveta) × Irma]. Все родители, использованные для создания этих сортов, – источники хозяйственно ценных признаков, выделенные из генетической коллекции: ‘Зенга-Зенгана’ (продуктивности, адаптивности), ‘Кардинал’ (крупноплодности, плотности плодов), ‘Елизавета II’ (ремонтантности, засухоустойчивости) и ‘Ирма’ (продуктивности).

На всех этапах хранения коллекционных образцов земляники оптимизированы физические условия для культивирования растений, норма высадки на единицу площади, за счет чего достигается их продуктивный рост и хорошее развитие. Такой способ обеспечивает полную сохранность оздоровленных образцов чистосортных сортов и дикорастущих видов с возможностью использования хранящихся в генетической коллекции генотипов в практической селекции.

Ключевые слова: вид, сорт, образец, коллекция, земляника

Благодарности: работа выполнена в рамках государственного задания согласно тематическому плану ВИР по проекту № 0481-2022-0004 «Совершенствование подходов и методов *ex situ* сохранения идентифицированного генофонда вегетативно размножаемых культур и их диких родичей, разработка технологий их эффективного использования в селекции».

Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы.

Для цитирования: Подорожный В.Н., Пиянина Н.А. Совершенствование способа хранения видо- и сортообразцов рода *Fragaria* L. в полевом генбанке Крымской опытно-селекционной станции – филиала ВИР. Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2022;183(2):9-16. DOI: 10.30901/2227-8834-2022-2-9-16

MOBILIZATION AND CONSERVATION OF THE GENETIC DIVERSITY OF CULTIVATED PLANTS AND THEIR WILD RELATIVES

Original article

DOI: 10.30901/2227-8834-2022-2-9-16

Improvement of the technique applied to preserve species and varieties of *Fragaria* L. in the field genebank at Krymsk Experiment Breeding Station of VIR

Vladimir N. Podorozhniy, Natalia A. Piyanina

*N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources, Krymsk Experiment Breeding Station of VIR, Krymsk, Russia***Corresponding author:** Vladimir N. Podorozhniy, kross67@mail.ru

A collection of *Fragaria* L. species and varieties established at Krymsk Experiment Breeding Station of VIR has been preserved for a long time and regularly updated. An algorithm for the work with its accessions was proposed and tested in practice in the field genebank of the Station. It is presented as a scheme that includes the following collections: quarantine/identification, *in vitro*, pomological/botanical, in-depth research, and genetic. The accessions are sources and donors of traits important for breeding and represent the most valuable material for targeted crossings in programs developing and releasing strawberry cultivars, primarily garden ones.

The effectiveness of their utilization can be seen in the adaptable high-yielding cultivars developed at Krymsk Station in recent years: 'Zenkora' (Zenga-Zengana × Cardinal) was patented, and 'Pelageya' [Elizaveta II (clone Coroleva Elizaveta) × Irma] included in the State Register of the Russian Federation. All parents involved in the development of these cultivars were sources of useful agronomic traits identified in the genetic collection: 'Zenga-Zengana' (productivity and adaptability), 'Cardinal' (large fruit size and fruit density), 'Elizaveta II' (everbearing habit and drought resistance), and 'Irma' (productivity).

Physical conditions of plant cultivation and planting rates per area unit have been optimized at all stages of maintenance of strawberry accessions to support their good growth and development. Such technique ensures complete safety of healthy accessions representing pure cultivars and wild species with a possibility of using the genotypes preserved in the genetic collection in breeding practice.

Keywords: species, cultivar, accession, collection, strawberry

Acknowledgements: the research was performed within the framework of the State Task according to the theme plan of VIR, Project No. 0481-2022-0004 "Improving the approaches and methods for *ex situ* conservation of the identified genetic diversity of vegetatively propagated crops and their wild relatives, and development of technologies for their effective utilization in plant breeding".

The authors thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work.

For citation: Podorozhniy V.N., Piyanina N.A. Improvement of the technique applied to preserve species and varieties of *Fragaria* L. in the field genebank at Krymsk Experiment Breeding Station of VIR. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2022;183(2):9-16. DOI: 10.30901/2227-8834-2022-2-9-16

Введение

Сохранение растительного биоразнообразия на сегодняшний день является приоритетной задачей, стоящей перед биологической наукой. Его сохранение и изучение дает уникальную возможность использовать выделенные образцы в создании новых сельскохозяйственных растений.

Очень важным элементом питания человека являются товарные продукты отрасли садоводства. Однако в России обеспеченность плодовой и ягодной продукцией собственного производства на душу населения не покрывает и пятидесяти процентов.

Род *Fragaria* L., в который входит по разным данным от 11 до 100 видов (Govorova, Govorov, 2004; Zubov, 2004), с широким ареалом обитания представляет в этом отношении огромный интерес. В частности, культивируемая практически повсеместно земляника садовая *F. × ananassa* Duch. (syn. *F. × grandiflora* Erch., *F. magna* Thuill.) является сегодня источником ценного диетического питания. Ее плоды вкусны и ароматны. По данным лаборатории биохимии Крымской опытно-селекционной станции (КОСС ВИР) – филиала Всероссийского института генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова (ВИР), в 100 г ягод этой культуры содержится от 60 до 95 мг витамина С, а также витамины А, В₁, В₂, сахара и кислоты, легко усвояемые человеческим организмом.

Материалы и методы

Исследования проводили в лаборатории биотехнологии и биохимии и коллекционных насаждениях Крымской ОСС с 1990 г. по 2020 г. Станция расположена в западной подзоне предгорной зоны Краснодарского края.

Объекты исследований – коллекционные образцы видов и сортов различного эколого-географического происхождения рода *Fragaria*.

Оздоровление и размножение коллекционных образцов земляники проводили с использованием биотехнологических методов по общепринятым методикам, (Vysotsky et al., 2010). При закладке опытов по хранению образцов за основу использовали методические указания, разработанные в ВИР (Mazhorov, 1989; Yushev et al., 2016). В опытах по изучению различных схем посадки агротехнические работы проводились в соответствии с методическими рекомендациями (Podorozhnyi, 2016). Комплексная оценка образцов земляники проведена по общепринятым методикам (Sedov, Ogoltsova, 1999).

При статистической обработке результатов исследований использовали дисперсионный анализ (Lakin, 1990; Mandel, 1988) и методический подход, основанный на алгоритме многомерной математической статистики (Larshin et al., 2019).

Результаты

За основу в работе по совершенствованию способа хранения образцов земляники были приняты разработанные Е. В. Мажоровым методические указания по хранению, изучению и размножению растений рода *Fragaria* (Mazhorov, 1989), согласно которым предлагается делить коллекцию на четыре самостоятельные составные части: коллекцию хранения, коллекцию предварительного размножения, коллекцию изучения и коллекцию массового размножения.

На первом этапе исследований эта схема была использована на Крымской ОСС при хранении коллекционных образцов земляники. В последующем проведенная в этом направлении работа позволила усовершенствовать изначально принятую схему хранения коллекционных образцов, которая на сегодняшний день представлена на рисунке 1.

При вовлечении в коллекции Крымской ОСС новых образцов необходимым условием является привлечение не только культурного сортимента, осуществляющееся путем обмена или покупки в отечественных и зарубежных НИИ, у садоводов любителей и т. д., но и обязательно одичавших сортов, а также дикорастущих видов и форм.

На первом этапе работы по интродукции земляники растения, поступающие из научных учреждений стран ближнего, дальнего зарубежья или из экспедиционных сборов, для гарантии сохранности и их идентификации сначала высаживаются в карантинно-идентификационную посадку. Это соответствует началу формирования всех коллекций на Крымской ОСС по изучаемой культуре.

В этой коллекции обычно бывает от одного до десяти растений. Высаживаются они по схеме 40 × 40 см по два растения (в случае их наличия) в ряд, при количестве более трех растений – в шахматном порядке в изолированные железобетонные желоба шириной 1,3 м, которые заполнены субстратом, состоящим из смеси торфа, песка и верхнего плодородного слоя почвы в пропорции 1 : 1 : 1. Глубина заполнения желоба – не менее 35 см, что соответствует глубине залегания основной массы корневой системы земляники. Все образцы разделены между собой асбестоцементными перегородками.

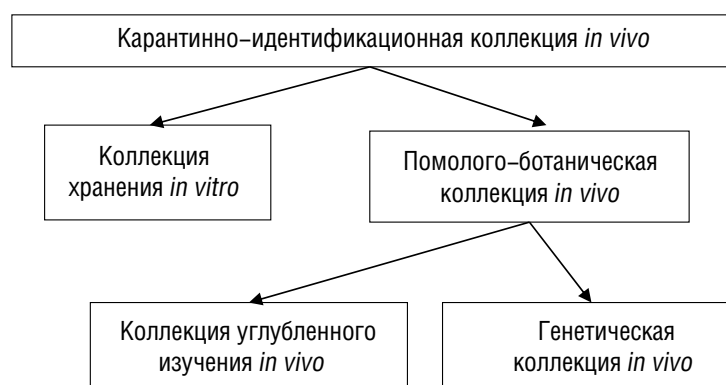


Рис. 1. Схема хранения коллекционных образцов земляники на Крымской ОСС – филиале ВИР

Fig. 1. Conservation scheme for strawberry accessions at Krymsk Experiment Breeding Station of VIR

После проведения апробации растительного материала, оценки степени его зараженности болезнями и вредителями образец, прошедший идентификацию на соответствие сортовым (для культурных и одичавших образцов) или видовым (для дикорастущих) качествам, после присвоения ему временного каталожного номера станции направляется на оздоровление и размножение в лабораторию биотехнологии.

Оздоровление образца в лаборатории проводится с использованием суховоздушной термотерапии в разработанной на станции и запатентованной ВИР термокамере (Podorozhniy et al., 2017) и культуры изолированных апексов с последующим ускоренным клональным микроразмножением *in vitro* на основе общепринятых методик (Vysotsky et al., 2010). После оздоровления и последующего клонального микроразмножения по пять растений остаются на хранении в лаборатории биотехнологии, что составляет коллекцию хранения *in vitro* (рис. 1, 2), где они содержатся до полного закрепления в помолого-ботанической коллекции. На этом же этапе, после укоренения микрорастений *in vivo*, получается не менее 50 особей каждого образца (рис. 3), которые передаются хранителю коллекции для последующего пер-

вичного морфобиологического изучения и длительного хранения (с пересадками образцов на новое место через 4-5 лет) в помолого-ботанической коллекции. В случае выявления у образца хозяйственно ценных признаков он изучается углубленно.

В последующем хранение образцов во всех коллекциях осуществляется в открытом грунте.

Одним из решающих факторов для сохранения генотипов земляники при культивировании в коллекционных насаждениях *in vivo* является создание благоприятных условий для роста и развития растений.

Для продуктивного роста и развития любого растения, в том числе и земляники, необходимы пять основных условий его физического культивирования: свет, положительные температуры, достаточная водо- и воздухообеспеченность, наличие питательных веществ в корневом слое.

Под площадью питания в нашем случае мы понимаем часть земельного участка, включающего определенный объем почвы и воздуха, занимаемый одним растительным организмом. Она определяет густоту стояния растений на единицу площади (в нашем случае на один квадратный метр) коллекционного насаждения. От правиль-



Рис. 2. Микрорастения земляники садовой в коллекции хранения *in vitro* (Крымская ОСС – филиал ВИР)

Fig. 2. Microplants of garden strawberry preserved in the *in vitro* collection (Krymsk Experiment Breeding Station of VIR)



Рис. 3. Адаптированные *in vivo* растения земляники садовой (Крымская ОСС – филиал ВИР)

Fig. 3. Adapted *in vivo* plants of garden strawberry (Krymsk Experiment Breeding Station of VIR)

ного выбора площади питания зависит степень использования растением солнечной энергии, его водо- и воздухообеспеченность, оптимальное количество элементов минерального питания в почве, а следовательно в конечном итоге сохранность коллекционного образца.

В случае если растения редко расположены, значительная часть солнечной энергии, не используемая ими, идет на нагрев почвы, что в наших условиях при температуре воздуха $+35...+40^{\circ}\text{C}$ в период с июля по август приводило к температуре на поверхности земли до $+60...+70^{\circ}\text{C}$. В таком случае отмечался перегрев почвы в прикорневой зоне, что влекло большое испарение почвенной влаги, которую необходимо было пополнять обильными поливами. Наблюдалось опадение цветков и завязи у нейтрально дневных и ремонтантных сортов земляники садовой. При избыточном загущении листья близко расположенных растений затеняли друг друга, что вело к снижению фотосинтеза, замедлению роста и развития растения. Таким образом, происходило их взаимоугнетение. Кроме этого, загущенная посадка приводила к интенсивному развитию болезней, в первую очередь грибных.

Норма высадки растений на соответствующий участок рассчитывалась нами с учетом габитуса куста каждого образца и мощности его корневой системы. Соответственно, эта величина была не постоянна и варьировала от 25 до 50 см на одно растение.

Для коллекции углубленного изучения мы считаем оптимальной высадку образцов в товарные насаждения согласно имеющейся на сегодняшний день в РФ технологии. В частности, в настоящее время хозяйствами Северо-Кавказского региона РФ для возделывания земляники используются разработанные нами методические рекомендации для интенсивного товарного производства с посадкой растений земляники на гряды, укрытые полимерной пленкой (Podorozhnyi, 2013). Согласно им, почва на отведенном под посадку участке должна быть хорошо спланированной, рыхлой, достаточно увлажненной и заправленной органическими (перегной из расчета 40–50 т/га) и минеральными удобрениями $\text{N}_{30}\text{P}_{40}\text{K}_{30}$.

Проведенные исследования показали, что на песчаных почвах и почвах среднего состава целесообразно осуществлять вспашку на глубину 35–40 см. Для плотных почв предпочтительна вспашка на глубину 50–60 см и более. Такая вспашка обеспечивает дренаж и аэрацию

почвы, необходимые для роста растений. Далее проводится поверхностная обработка почвы (боронование, фрезерование, культивация) на глубину, примерно равную высоте формируемой гряды, и внесение на этом этапе органических и минеральных удобрений.

Формировка гряд осуществляется с помощью машин, формирующих гряду, укладывающих полимерную пленку для их укрытия и капельную трубку для орошения. Обычно для этого используем грядоделатель с укладчиком пленки и капельной трубки COSMECO B-10 итальянского производства. Гряда должна быть 25–30 см высотой для обеспечения оптимальных условий развития корневой системы земляники и облегчения сбора урожая. Наиболее оптимальной является гряда шириной примерно 60–80 см, что обеспечивает 2-строчную посадку рассады и одну линию капельного орошения. Ширина междурядья по осям при такой гряде – 140–160 см (рис. 4).

Перед мульчированием проводится монтаж стандартных капельных линий для орошения с фертигацией. Мульчирование осуществляется черной или белой полимерной пленкой, толщина которой – 50–70 мкр, с расчетом эксплуатации не менее пяти лет, ширина – 140 см. В мульчирующей пленке или уже проделаны (если пленка перфорированная) или проделываются отверстия. Расстояние между ними в ряду – 30–35 см и 25–35 см между строчками, в соответствии с силой роста конкретного образца и уровнем плодородия почв.

Сроки высадки растений в коллекцию углубленного изучения – весной, с марта по апрель, а осенью – с конца августа – начала сентября до октября. Образцы на участке высаживаются рандомизированно по 25 растений в деланке в четырех повторностях. Коллекция углубленного изучения произрастает на одном и том же месте до четырех лет, что дает нам возможность полностью изучить образец по признакам фенотипа.

Если изученный образец соответствует определенным критериям и параметрам выбора сортов земляники и для интенсивных технологий ее возделывания на юге России (Podorozhnyi, Gorelikova, 2014), он передается для производственного испытания после ускоренного клонального микроразмножения (а в случае необходимости и оздоровления) нужного количества экземпляров в лаборатории биотехнологии.



Рис. 4. Коллекция углубленного изучения земляники садовой (Крымская ОСС – филиал ВИР)

Fig. 4. In-depth research collection of garden strawberry (Krymsk Experiment Breeding Station of VIR)

Все коллекционные образцы рода *Fragaria*, зарегистрированные в постоянном каталоге ВИР и временном каталоге Крымской ОСС, хранятся в помолого-ботанической коллекции в открытом грунте на грядах. В них сосредоточены как генотипы дикорастущих видов, доставляемые в основном из экспедиций и представляющие многообразие в пределах рода, так и культивируемые сорта в основном в пределах вида *F. × ananassa* отечественной, зарубежной селекции и одичавшие.

В генетическую коллекцию, согласно положению о генетических коллекциях и донорах (Regulations on genetic..., 1992), высаживаются выделенные источники и доноры селекционно значимых признаков.

Для более точной оценки изменчивости признаков продуктивности и качества ягод в генетических коллекциях земляники садовой (*F. × ananassa*) нами совместно с Северо-Кавказским федеральным научным центром садоводства, виноградарства, виноделия (СКФНЦБВ) и Кубанским государственным университетом (КубГУ) разработан методический подход, основанный на алгоритме математической статистики (кластерный анализ по информативному комплексу признаков с вычислением евклидовых расстояний между сортами, выращиваемыми в разных условиях) (Lapshin et al., 2019). Он позволяет также повысить эффективность методов оценки адаптивного и продукционного потенциала сортов земляники и может быть использован для выявления генотипов

земляники с высокими биометрическими характеристиками хозяйственно ценных признаков для селекционно-генетических исследований.

Генетические коллекции на станции сохраняются особенно тщательно, в них не допустима гибель ни одного образца, а в случае возникновения такой угрозы они дублируются в коллекции *in vitro*.

Обсуждение результатов

Проведенная экспериментальная работа позволила на протяжении ряда лет успешно решать основную задачу по сохранению растительного биоразнообразия рода *Fragaria* на Крымской ОСС ВИР, что дает возможность рекомендовать ее для практического использования в профильных НИИ, занимающихся хранением генофонда изучаемой культуры.

Дальнейшие исследования в этом направлении позволили построить алгоритм работы с уже имеющимися и планируемыми к созданию коллекциями с включением в него, кроме практической и теоретической работы по сохранению генофонда земляники, селекционной работы, направленной на совершенствование сортимента садовой земляники (Podorozhniy, 2016). Это позволило решить и другую, не менее важную задачу, заложенную Н. И. Вавиловым, – выведение на основе изучения имеющегося генофонда новых сортов (рис. 5).



Рис. 5. Схема совершенствования сортимента земляники садовой в Северо-Кавказском регионе РФ на основе использования генетического потенциала коллекций ВИР

Fig. 5. Assortment improvement scheme for garden strawberry in the North Caucasus Region of the Russian Federation based on the use of the genetic potential in the VIR collections

Коллекционные образцы – источники и доноры селекционно значимых признаков – являются ценнейшим материалом для проведения целенаправленных скрещиваний в программах по получению сортов земляники, в первую очередь садовой. Об эффективности их использования можно судить на примере созданных на Крымской ОСС в последние годы высокоурожайных, адаптивных сортов, которые запатентованы – ‘Зенкора’ (Zenga-Zengana × Cardinal), и включенных в Государственный реестр РФ – ‘Пелагея’ [Елизавета II (клон Coroleva Elizaveta) × Irma]. Все родители, использованные для создания этих сортов, – источники хозяйственно ценных признаков – выделены из генетической коллекции: ‘Зенга-Зенгана’ (источник продуктивности, адаптивности), ‘Кардинал’ (крупноплодности, плотности плодов), ‘Елизавета II’ (ремонтантности, засухоустойчивости), ‘Ирма’ (продуктивности).

Выводы

В результате многолетней работы обоснован и проверен на практике в полевом генбанке Крымской опытно-селекционной станции – филиала ВИР усовершенствованный способ хранения образцов рода *Fragaria*, который включает следующие коллекции: карантинно-идентификационную, хранения *in vitro*, помолого-ботаническую, углубленного изучения и генетическую.

Такой способ обеспечивает хорошую сохранность оздоровленных образцов чистосортных сортов и дикорастущих видов с возможностью использования хранящихся в генетической коллекции генотипов в практической селекции.

References / Литература

- Govorova G.F. Govorov D.N. Strawberry: past, present, future (Zemlyanika: proshloye, nastoyashcheye, budushcheye). Moscow; 2004. [in Russian] (Говорова Г.Ф. Говоров Д.Н. Земляника: прошлое, настоящее, будущее. Москва; 2004).
- Lakin G.F. Biometrics (Biometriya). Moscow; 1990. [in Russian] (Лакин Г.Ф. Биометрия. Москва; 1990).
- Lapshin V.I., Yakovenko V.V., Shcheglov S.N., Podorozhny V.N. A methodical approach for evaluating the variability of productivity and fruit quality in the genetic collections of strawberry (*Fragaria* × *ananassa* Duch.). *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2019;23(6):675-682. [in Russian] (Лапшин В.И., Яковенко В.В., Щеглов С.Н., Подорожный В.Н. Методический подход к оценке изменчивости признаков продуктивности и качества ягод в генетических коллекциях земляники садовой (*Fragaria* × *ananassa* Duch.). *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2019;23(6):675-682. DOI: 10.18699/VJ19.540
- Mandel I.D. Cluster analysis (Klasterny analiz). Moscow; 1988. [in Russian] (Мандель И.Д. Кластерный анализ. Москва; 1988).
- Mazhorov E.V. Collections for conservation, study and propagation of plants from the genus *Fragaria* L.: guidelines (Kollektzii khraneniya, izucheniya i razmnozheniya rasteniy roda *Fragaria* L.: metodicheskiye ukazaniya). Leningrad: VIR; 1989. [in Russian] (Мажоров Е.В. Коллекции хранения, изучения и размножения растений рода *Fragaria* L.: методические указания. Ленинград: ВИР; 1989).
- Podorozhniy V. N. Improving the assortment of small fruits crops for North Caucasus Region of Russia through the use of the genetic potential of collections. *Pomiculture and Small Fruits Culture in Russia*. 2016;45:124-127. [in Russian] (Подорожный В. Н. Совершенствование сортимента ягодных культур для Северо-Кавказского региона РФ на основе использования генетического потенциала коллекций. *Плодоводство и ягодоводство России*. 2016;45:124-127).
- Podorozhniy V.N. Modern organization of commercial strawberry cultivation in Krasnodar Territory: guidelines (Sovremennaya organizatsiya vyeashchivaniya tovarnoy zemlyaniki v Krasnodarskom krae: metodicheskiye rekomendatsii). Krymsk; 2013. [in Russian] (Подорожный В.Н. Современная организация выращивания товарной земляники в Краснодарском крае: методические рекомендации. Крымск; 2013).
- Podorozhniy V.N., Kovalenko N.N., Sibiryatkin S.V. Dry-air device for thermotherapy garden plants and cuttings. *Pomiculture and Small Fruits Culture in Russia*. 2017;48(2):227-232. [in Russian] (Подорожный В.Н., Коваленко Н.Н., Сибиряткин С.В. Устройство для суховоздушной термотерапии садовых растений и их черенков. *Плодоводство и ягодоводство России*. 2017;48(2):227-232).
- Podorozhniy V.N., Gorelikova O.A. Criteria and parameters of the choice of varieties of strawberry for intensive technologies of its cultivation in Krasnodar Region. *Pomiculture and Small Fruits Culture in Russia*. 2014;40(2):176-183. [in Russian] (Подорожный В.Н., Гореликова О.А. Критерии и параметры выбора сортов земляники для интенсивных технологий ее возделывания в Краснодарском крае. *Плодоводство и ягодоводство России*. 2014;40(2):176-183).
- Regulations on genetic collections and donors developed at the N.I. Vavilov Institute of Plant Industry (Polozheniye o geneticheskikh kollektsiyakh i donorakh, sozdavayemykh v institute rasteniyevodstva imeni N.I. Vavilova). St. Petersburg: VIR; 1992. [in Russian] (Положение о генетических коллекциях и донорах, создаваемых в институте растениеводства имени Н.И. Вавилова. Санкт-Петербург: ВИР; 1992).
- Sedov E.N., Ogoltsova T.P. (eds). Program and methodology of variety studies for fruit, berry and nut crops (Programma i metodika sortoizucheniya plodovykh, yagodnykh i orekhoplodnykh kultur). Orel: VNIISP, 1999. [in Russian] (Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под ред. Е.Н. Седова, Т.П. Огольцовой. Орел: ВНИИСПК; 1999).
- Vysotsky V.A., Alekseenko L.V., Marchenko L.A., Donetskikh V.I., Belyakova L.V., Skachkov M.V., Revyakin E.L., Selivanov V.G. Innovative technologies for cultivation of strawberries: scientific and practical edition (Innovatsionnye tekhnologii vozdelvaniya zemlyaniki sadovoy: nauchno-prakticheskoye izdaniye). V.I. Kulikov (ed.). Moscow: Rosinformagrotekh; 2010. [in Russian] (Высоцкий В.А., Алексеенко Л.В., Марченко Л.А., Донецких В.И., Белякова Л.В., Скачков М.В., Ревякин Е.Л., Селиванов В.Г. Инновационные технологии возделывания земляники садовой: научно-практическое издание / под ред. В.И. Куликова. Москва: Росинформагротех; 2010).
- Yushev A.A., Sorokin N.A., Tikhonova O.A., Orlova S.Yu., Kislin E.N., Radchenko O.E., Pupkova N.A., Shlyavas A.V. The collection of fruit and berry plant genetic resources: preservation, replenishment, and study. Guidelines (Kollektziya geneticheskikh resursov plodovykh i yagodnykh rasteniy: sokhraneniye, popolneniye, izucheniye. Meto-

dicheskiye ukazaniya). A.A. Yushev, I.G. Chukhina (eds). St. Petersburg: VIR; 2016. [in Russian] (Юшев А. А., Сорокин Н. А., Тихонова О. А., Орлова С. Ю., Кислин Е. Н., Радченко О. Е., Пупкова Н. А., Шлявас А. В. Коллекция генетических ресурсов плодовых и ягодных растений: сохранение, пополнение, изучение. Методические

указания / под. ред. А.А. Юшева, И.Г. Чухиной. Санкт-Петербург: ВИР; 2016).

Zubov A.A. Theoretical foundations of strawberry breeding (Teoreticheskiye osnovy seleksii zemlyaniki). Michurinsk; 2004. [in Russian] (Зубов А.А. Теоретические основы селекции земляники. Мичуринск; 2004).

Информация об авторах

Владимир Николаевич Подорожный, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова, Крымская опытно-селекционная станция – филиал ВИР, 353384 Россия, Краснодарский край, Крымск, ул. Вавилова, 12, kross67@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3654-116x>

Наталья Анатольевна Пиянина, младший научный сотрудник, Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова, Крымская опытно-селекционная станция – филиал ВИР, 353384 Россия, Краснодарский край, Крымск, ул. Вавилова, 12, kross67@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3632-2207>

Information about the authors

Vladimir N. Podorozhnyy, Cand. Sci. (Agriculture), Leading Researcher, N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources, Krymsk Experiment Breeding Station of VIR, 12 Vavilova St., Krymsk, Krasnodar Territory 353384, Russia, kross67@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3654-116x>

Natalia A. Piyagina, Associate Researcher, N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources, Krymsk Experiment Breeding Station of VIR, 12 Vavilova St., Krymsk, Krasnodar Territory 353384, Russia, kross67@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3632-2207>

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interests: the authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 19.11.2021; одобрена после рецензирования 12.05.2022; принята к публикации 03.06.2022.

The article was submitted on 19.11.2021; approved after reviewing on 12.05.2022; accepted for publication on 03.06.2022.